

Life + Olmos vivos.

Un nuevo impulso a los olmos... o cuando las amistades se vuelven peligrosas: la grafiosis del olmo



Inés González Doncel,
Carmen Collada,
Jorge Domínguez,
Juan Ignacio García-Viñas,
Salustiano Iglesias,
Juan Antonio Martín,
David Medel, Martín Venturas
y Luis Gil

Esta es una historia de desencuentros entre árboles (Ulmus), escarabajos (Scolytus), hongos (Ophiostoma) y personas. Como en un cuento infantil, el hombre cortó un árbol en un país lejano y trajo su madera con el hongo que con él convivía. En el nuevo país los árboles empezaron a morir y se piensa que un escarabajo utilizó la madera infectada para reproducirse y poner sus huevos, luego las larvas del escarabajo crecieron y salieron con las esporas del hongo pegadas a su cuerpo y se pararon a comer en olmos sanos y el hongo se quedó a vivir en ellos, matándolos. Si dos de los cuatro no hubieran coincidido no habría surgido el problema pero cuando se encontraron, aun sin quererlo, prendieron la chispa que desde hace casi un siglo parece querer acabar con el árbol: el olmo.

El origen del hongo, que forzosamente necesita al escarabajo para desplazarse, no se ha podido determinar con seguridad, aunque se cree que procede de Asia, en donde convive en equilibrio con olmos e insectos locales. A principios del siglo XX se trasladó madera de olmo infectada y el hongo se difundió desde el noroeste hacia el centro y sur de Europa, y hacia el este hasta las Islas Británicas y Norteamérica. En poco tiempo la enfermedad se había convertido en epidemia y los olmos iniciaron una trágica historia.

El primer país que la detecta es Holanda (1919), el que más olmedas tenía, de ahí

que inicialmente se la conociera como la enfermedad del olmo holandés, si bien más tarde se descubrieron citas anteriores de la enfermedad en Francia (1918). En España sería un ingeniero forestal, el patólogo Benito Martínez, quien en 1932 detecta la enfermedad en una olmeda de Madrid y quien le otorgaría la denominación de *grafiosis*, al españolizar el primer nombre científico (1922) que tuvo el hongo, *Graphium ulmi* Schw. ¿El motivo?, los singulares dibujos (o *grafos*) que, curiosamente, no los provoca el hongo que mata al árbol, sino las larvas del escarabajo que lo transporta.

Pero como la gripe, que no ataca a todas

las personas y además cambia de cara cada año para superar las barreras que levantan los nuevos medicamentos, el hongo tampoco agrede a todas las especies de olmo por igual ni mata a todos los individuos de una misma especie. Y también ha mostrado a lo largo de los años más de una cara.

Ophiostoma ulmi fue el primer hongo causante de la epidemia. La devastación fue menor en España que en el centro y norte de Europa, debido en gran medida a cierta resistencia a la enfermedad que manifestaron las poblaciones españolas.

Tras este primer ataque solo sobrevivieron aquellos que se mostraron capaces de superar o contrarrestar los efectos del hongo. Entre un 10 y un 40 % de los olmos murieron en esta primera pandemia. De poco les valdría a los supervivientes, porque en torno a 1940 *O. ulmi* sería reemplazado por *Ophiostoma novo-ulmi* (con dos subespecies: subsp. *novo-ulmi* y subsp. *americana*), una nueva especie mucho mejor adaptada a las condiciones del clima templado y, por ello, mucho más dañina en España.

Su virulencia, junto con su rápida capacidad de propagación, despertó el

interés de científicos y forestales además de cierta alarma social, pues los centenarios olmos presentes en gran número de plazas de pueblo fueron muriendo. Había que estudiar la enfermedad y había que descubrir cómo combatirla.

El programa holandés para estudiar y frenar los estragos de la enfermedad se inicia hacia 1930, y a él se unirían otros programas europeos y americanos. El programa español se impulsó en 1986 desde el ICONA (hoy dentro de la D. G. de Desarrollo Rural y Política Forestal, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (Universidad Politécnica de Madrid). Ambos iniciaron una carrera contra la enfermedad que esperamos llegue pronto a su final.

LOS OLMOS

U*lmus* es un género que, con cuatro especies presentes en España, se ve afectado por la grafiosis: el olmo común (*Ulmus minor* Mill.), el olmo de montaña (*Ulmus glabra* Hudson), el olmo ciliado (*Ulmus laevis* Pallas) y el olmo siberiano (*Ulmus pumila* L.). Hasta hace poco solo se consideraban espon-

táneas en España las dos primeras.

El olmo común es típico de los países del Mediterráneo y está prácticamente presente en todas las provincias de España y en Portugal, si bien es muy escaso, o está ausente, en los países del norte de Europa. El olmo de montaña, por el contrario, está ampliamente distribuido por todo el continente, pero en la Península se circunscribe principalmente a la orla septentrional oceánica, aunque también aparece en zonas montañosas del sur, sobre todo en bosques de galería.

El olmo siberiano, pese a su origen asiático, es muy frecuente en España al haber sido utilizado con profusión desde el siglo XIX en jardinería y en plantaciones lineales. En lo que respecta al olmo ciliado, para el que hemos propuesto el nombre común de “negrillo”, todos los textos botánicos lo consideraban, hasta hace apenas dos años, introducido. Estudios recientes –históricos y genéticos– han demostrado que este olmo, aun cuando sus poblaciones son escasas y muy dispersas, es también una especie autóctona en la Península.

De los cuatro, los más sensibles a la enfermedad son el olmo común y el de montaña.

Vegetación de ribera en el río Irati (Navarra), donde se han localizado varios ejemplares de U. laevis



EL PROCESO DE INFECCIÓN

Aunque inicialmente se pensó que podría ser el viento el responsable de la transmisión del hongo, en 1922 se descubrió que los causantes eran unos pequeños insectos del grupo de los escarabajos (*Scolytus*). Se han descrito siete especies que colonizan el floema del árbol, pero tres han sido los más relevantes en la propagación de la grafiosis: *S. scolytus*, *S. multistriatus* y *S. kirschii*.

El equilibrio que siempre había existido entre escolítidos o barrenillos y olmos se trastocó con la aparición del hongo. Los escarabajos invernan como adultos o larvas en las galerías del floema de un olmo muerto. En primavera, los insectos invernantes salen al exterior. Estos adultos llevan impregnado su cuerpo de esporas, presentes en las galerías de hibernación. Una vez en el exterior, los insectos buscan árboles adecuados –debilitados– para la reproducción. En su difícil búsqueda de tales olmos suelen detenerse en árboles sanos para alimentarse y continuar la búsqueda. Las zonas preferidas son las horquillas de las ramillas tiernas, donde hacen pequeñas mordeduras. En estas heridas las esporas encuentran un microambiente propicio para su germinación y crecimiento, y el camino libre hacia el sistema vascular del olmo. El hongo se expandirá por los vasos del xilema, que es por donde el ár-



Explantos de *U. minor* establecidos en cultivo in vitro

bol aporta agua a las hojas, provocando su obstrucción y, poco a poco, el decaimiento de la copa y la muerte del árbol, sin que el insecto que introdujo al hongo se favorezca del olmo una vez muerto.

EL PROGRAMA ESPAÑOL PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS OLMOS IBÉRICOS

El primer esfuerzo del programa español se dirigió a la toma de contacto con la enfermedad. Se hizo una revisión de la bibliografía existente, profusa dado el carácter mundial del

problema, para después concentrarse en las condiciones particulares de la Península Ibérica y en los tres agentes implicados: hospedante (olmo), patógeno (hongo) y vector (escolítido), dejando a la Administración el desarrollo de las medidas oportunas para el control del comercio de la madera infectada.

Inicialmente se estudiaron las olmedas afectadas, cuantificándose la intensidad del ataque y la variabilidad morfológica de las poblaciones todavía existentes. Para investigar al hongo se recolectaron muestras procedentes

Detalle del fruto en sámara de *U. laevis* por el que recibe uno de sus nombres vulgares: "olmo ciliado"





Dispersión del polen en el interior de las bolsas para obtener cruces controlados. La dificultad radica en seleccionar el momento óptimo de maduración de los órganos femeninos

de las provincias más afectadas hasta conseguir una colección de 32 cepas. Una vez caracterizadas, fueron las primeras en formar parte de un repertorio que llegó hasta un total de 90. Para el estudio de los escolítidos se realizaron muestreos en el centro peninsular con el objetivo de conocer su ciclo biológico. También se realizaron ensayos para su control con diferentes cebos de atracción y tratamientos con metoxicloro, un insecticida de amplio uso agrícola.

Los estudios evidenciaron que no

se podía acabar con el hongo de manera efectiva ni luchar contra el escolítido de forma segura, por lo que el programa dirigió su atención al estudio de aquellos olmos que no se veían afectados por la grafiosis.

¿Eran resistentes a la enfermedad o el escarabajo no había sido capaz de localizarlos? Se estudiaron las posibles causas que motivaban que el escolítido solo buscara olmos y qué factores intervenían a favor de que localizara a los olmos sanos, descubriendo que tanto

las hormonas de ambos, actuando en sinergia, como la posible atracción por la mera silueta del árbol, podrían estar implicadas. También se observó que podían existir factores de disuasión en ciertos componentes de la corteza.

Pero, en los olmos que habían sido capaces de resistir la enfermedad, ¿qué factores estaban implicados en su supervivencia? Entender las causas de la resistencia de algunos olmos resultó más complejo de lo esperado. En ocasiones resultaron ser motivos genéticos. Características anatómicas tales como un menor tamaño de los vasos, la capacidad para compartimentar la enfermedad, años muy secos que propiciaban vasos de pequeño diámetro, un xilema con los grandes vasos más alejado de la corteza que dificultaba que el escarabajo accediera a ellos... resultaron ser una barrera bastante efectiva a la entrada del hongo o a su expansión por el sistema conductor del árbol, de ahí que los árboles más jóvenes, y por tanto, con vasos más estrechos, no se vieran afectados. También la existencia de microorganismos que habitan en la madera puede tener influencia en la resistencia de algunos individuos. Asimismo, se comprobó que individuos resistentes en campo morían cuando se les inoculaba el hongo en vivero, lo que llevó a pensar que el ambiente también

Detalle de las hojas de U. laevis. Ejemplares situados en el arroyo de Trofas (Torrelodones, Madrid)





Aspecto otoñal de la parcela de conservación de U. laevis formada por material procedente de la población natural de Palazuelos del Eresma (Segovia)

era un factor a considerar en la resistencia a la enfermedad.

El primer ensayo de la resistencia de genotipos al hongo mostró que son necesarios como mínimo cuatro años para que los olmos se vieran afectados por el hongo, lo que dificulta y demanda aún más los estudios y trabajos. No obstante, el avance en el desarrollo de marcadores moleculares está permitiendo salvar obstáculos y entender procesos antes inabordables.

Dado que la única vía que hasta ahora se ha demostrado efectiva en la lucha contra la grafiosis pasa por localizar los genotipos resistentes, está claro que uno de los objetivos principales del programa es conocer la diversidad de los olmos en España. A partir de ello será posible identificar los recursos genéticos que se deben conservar y utilizar en cruzamientos para generar nuevos individuos resistentes y permitir la reintroducción del olmo con garantías de éxito.

Tras un arduo trabajo en el que se llevan empleados varios lustros, se han seleccionado en campo olmos vivos en zonas de infección, se han propagado

por vía sexual, asexual o por técnicas de micropropagación y se ha esperado a que desarrollen unas dimensiones mínimas en vivero. Tras todo ello se les ha inoculado el hongo, se ha observado su evolución tras la infección y se han ido seleccionando los resistentes. En estos se han registrado datos sobre sus dimensiones, forma, tasas de crecimiento y fenología. Dichos clones han sido posteriormente sometidos a procesos de mejora genética mediante hibridaciones cruzadas entre ellos con el fin de incrementar su resistencia: Los brinzales obtenidos se someten nuevamente al mismo ensayo que a sus progenitores para confirmar su resistencia, en un proceso iterativo que dura más de diez años pero que ha permitido conseguir, hasta el momento, un total de siete clones tolerantes a la grafiosis. El reconocimiento al logro de estos clones ha sido su reciente inclusión en el *Registro Nacional de Materiales de Base*, lo que permite que puedan ser utilizados como material forestal en la repoblación de riberas, sotos y llanuras de encharcamiento transitorio.

EL PROYECTO LIFE+ OLMO (2014-18): RESTAURACIÓN DE LOS OLMOS IBÉRICOS (*ULMUS MINOR* Y *ULMUS LAEVIS*) EN LA CUENCA DEL TAJO

El proyecto que la E. T. S. de Ingenieros de Montes –junto con la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal y la Confederación Hidrográfica del Tajo, ambos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, y los Ayuntamientos de San Sebastián de los Reyes y de Aranjuez, ambos en Madrid– ha propuesto a la Unión Europea es un programa demostrativo y de innovación que contribuye, entre otros, al desarrollo de los objetivos planteados en el Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-20 del Convenio de Diversidad Biológica y a los objetivos de la Estrategia para la Biodiversidad UE 2020. En particular pretende dar cumplimiento a los Objetivos 3 (*Mejorar la situación de la diversidad biológica salvaguardando ecosistemas, especies y diversidad genética*) y 4 (*Realzar los beneficios y servicios de la diversidad biológica y de los ecosistemas*) y las

metas 12, 13 y 14 de Aichi asociadas a estos objetivos. Además, los olmos forman parte del elenco verde del hábitat 92A0, *Bosques de Galería de Salix alba y Populus alba*, y como tal serán utilizados en las labores de restauración que se acometan. Finalmente, la importancia que la Unión Europea concede a los materiales forestales de reproducción y su control la ha llevado a incorporar ayudas específicas (Art. 34.4) a entidades públicas y privadas para la conservación y promoción de recursos genéticos forestales en el Reglamento de Desarrollo Rural (FEADER) y en sus reglamentos vinculados (Reglamento delegado (UE) 807/2014 y Reglamento de ejecución (UE) 808/2014), que programan los recursos financieros para el periodo 2014-2020

El proyecto *LIFE+Olmo* ha sido posible gracias al trabajo desarrollado por el Programa español, y muy especialmente, al logro de los siete clones y a la demostración de que *Ulmus laevis* es una especie autóctona de nuestra flora. Los objetivos generales del proyecto LIFE son reintroducir a los olmos ibéricos en hábitats riparios de importancia comunitaria (LIC y ZEPA) y en territorios de la cuenca del río Tajo e integrar la conservación de las olmedas y su biodiversidad en los planes forestales de la región y en la legislación de protección de la naturaleza.

Estas dos metas se concretan en tres objetivos específicos:

- 1) Desarrollar técnicas de propagación *in vitro* de los siete clones de olmos ibéricos resistentes a la grafiosis

para su uso como material forestal de reproducción.

- 2) Conseguir comunidades estables y representativas del hábitat olmeda en zonas naturales donde evaluar y controlar la adaptación al medio de los nuevos clones.
- 3) Transferir los resultados del proyecto a la sociedad a través de publicaciones, una página web y redes sociales y la recuperación de los olmos como elementos paisajísticos tradicionales de plazas y paseos urbanos.

El logro de estos objetivos conllevará toda una serie de acciones, entre las que destacamos la producción de más de 9.000 plantas a partir de los siete genotipos. Para ello será necesario aplicar y mejorar técnicas de cultivo *in vitro* y de aceleración del enraizamiento de los ramets o retoños de *U. minor* para su introducción en las zonas eminentemente calizas o silíceas ricas en bases.

En paralelo, el Programa español seguirá trabajando en otros dos campos transcendentales. Por una parte, en la conservación de los recursos genéticos de *U. laevis* mediante el establecimiento de un huerto semillero en la cuenca del río Tajo con individuos procedentes de las poblaciones relictas existentes en la dehesa de Valdelatas (cuenca del Jarama), el arroyo Trofa (cuenca del Manzanares) y las riberas cacereñas del valle del Tiétar, todas pertenecientes a la cuenca hidrográfica del Tajo. Y por otra, en el incremento de la diversidad genética de olmos ibéricos (*U. minor*) resistentes a la grafiosis mediante el avance en los trabajos de selección y mejora.

La idoneidad de contar con mayor variabilidad genética entre los olmos/genotipos resistentes

obligará a seguir buscando olmos por toda la geografía española, para lo cual la colaboración ciudadana y su implicación en el proyecto a través de la web serán inestimables.

También agradeceremos la participación en la búsqueda de nuevas olmedas de *U. laevis*, ya que su parecido con *U. minor*, su escasa presencia y su consideración hasta hace muy poco como planta introducida la hace ser una especie poco estudiada y, por ello, poco conocida. La creación de un vivero proporcionará la planta necesaria para acometer las repoblaciones que se harán, prioritariamente, sobre suelos silíceos.

También se quiere abordar la elaboración de un *Manual de Gestión* de las olmedas que recoja todo el acervo del conocimiento histórico, botánico y selvícola de estas especies que permita a los gestores el acceso a la información de forma rápida y eficiente. El seguimiento pormenorizado de las plantaciones -desarrollo, síntomas de resistencia a la enfermedad, tasas de supervivencia, fenología...- aportará información valiosa para el *Manual*.

www.olmosvivos.es y www.elmsalve.eu serán las ventanas abiertas a la población del proyecto *LIFE+ Olmo*. En ellas se irá informando sobre el desarrollo del proyecto y los avances conseguidos. Su consulta frecuente por el mayor número de personas, así como la participación en las cuentas de *Facebook* y *Twitter*, será uno de los mayores logros del proyecto, pues serán la mejor plataforma social y de demanda para que los olmos entren a formar parte de las políticas de conservación de la naturaleza de las administraciones públicas. F